

A. D. CHRISTIE
SWORN TRANSLATOR
German—French—Dutch—Spanish
19 Mitchell Ave., Alan Mano:
Johannesburg, 2091
Telephone 942-4646

PA 129444/PCT

DE 196 32 666 C1

Process and equipment for producing air entrained concrete

The invention relates to a process and equipment for producing air-entrained concrete, wherein a foam consisting of water, foaming agent and air is added to a fresh concrete or mortar mixture with silicate additives, and after a mixing operation the mixture is discharged in the prepared position.

So as to ensure that the air contained in the foam is embedded completely and in small, uniformly distributed pores inside the fresh concrete and to obtain a stable fresh concrete/foam mixture that can easily be handled, one proceeds in such a way that a stable flow of foam (5) is fed continuously into a fresh concrete or mortar mixture (10) between a continuously feeding pump (12) and a discharge nozzle (14) of a feed pipe (13), in a mouth section (131), and in a following conveying section (132) is mixed with the fresh concrete (10) during the conveying, wherein in the mouth section (131) the fresh concrete or mortar mixture (10) and the foam (5) are combined in continuous flows under the same pressure of between 2 and 8 bar.

It is the object of the invention to feed a prepared foam into a cement-water-sand mixture - fresh concrete - by simple means in such a way that a large number of air pores can be arranged therein evenly distributed, if at all possible without the aid of chemical reactions.

It must especially be ensured that during the mixing operation the wall structures of the foam are in the first instance essentially retained and are reinforced by the fresh concrete elements.

It is absolutely essential to avoid that the walls of the bubbles are destroyed before they are bound into the concrete and the air escapes uncontrolled in large bubbles.

According to the invention this object is achieved in a surprisingly simple manner by the process characteristics of claim 1.

On the way to the discharge nozzle, in the mouth area of the feed pipe, a stabilised foam is fed continuously into the essentially continuous fresh concrete flow, the feeding in taking place above the fresh concrete or mortar flow under a defined, high pressure.

In the following conveying section 132 up to the discharge nozzle 14, the stable small air bubbles 54 enclosed in this manner in the fresh concrete 10 are evenly distributed by the turbulent flows that occur there, without their air content being expelled from the fresh concrete/foam mixture

1. Process for producing air-entrained concrete, wherein
 - a foam consisting of water, foaming agent and air is added to
 - a fresh concrete or mortar mixture with silicate additives,
 - and after a mixing operation the mixture is discharged in the prepared position,
characterised in that
 - a stable flow of foam (5) is fed continuously into a fresh concrete or mortar mixture (10) between a continuously feeding pump (12) and a discharge nozzle (14) of a feed pipe (13), in a mouth section (131), and
 - in a following conveying section (132) is mixed with the fresh concrete (10) during the conveying,
 - wherein in the mouth section (131) the fresh concrete or mortar mixture (10) and the foam (5) are combined in continuous flows under the same pressure of between 2 and 8 bar.

10. Equipment for producing air-entrained concrete by the process according to claim 1, consisting of:

- a pressure tank (2) for a water/foaming agent mixture (22),
- a foaming unit (4) with feed pipes (42, 21) for compressed air and a water/foaming agent mixture (22),
- a feed pipe (11, 12, 13) for a fresh concrete mixture (10),
- a mixing zone for combining fresh concrete (10) and foam (5) as well as a fresh concrete feed pipe (13) from the mixing zone to the discharge nozzle (14),

characterised in that

the fresh concrete feed pipe (13) extends from a continuously feeding feed pump (12) for the fresh concrete (10) up to the discharge nozzle (14),

the pressure tank (2) for the water/foaming agent mixture (22) is provided with a compressed air source (3),

for the foam formation a pair of nozzles (43) is provided in a closed pressure chamber, at the start of the foam pipe (44),

the pair of nozzles (43) is connected on the one hand by a riser (21) to the pressure tank (2) and on the other hand to a pressure pipe (42) for the compressed air, which pipe is fed by a compressor (3),

the foam pipe (44) opens out into the fresh concrete feed pipe (13) close to the feed pump (12) in the mouth section (131), and

the mixing zone (131, 132) for combining fresh concrete (10) and foam (5) extends in the fresh concrete feed pipe (13) from the mouth section (131) up to the discharge nozzle (14).

(12) **Patentschrift**
(10) DE 196 32 666 C 1

(51) Int. Cl. 6:

C 04 B 38/10

B 28 B 1/50

(21) Aktenzeichen: 196 32 666.4-45
 (22) Anmeldetag: 14. 8. 96
 (43) Offenlegungstag: -
 (45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 23. 4. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Ingenieurkontor für Maschinenkonstruktion GmbH,
 09669 Frankenberg, DE; TESOMA Textil- und
 Sondermaschinen GmbH, 09238 Auerswalde, DE

(74) Vertreter:

Schneider, M., Pat.-Anw., 09111 Chemnitz

(72) Erfinder:

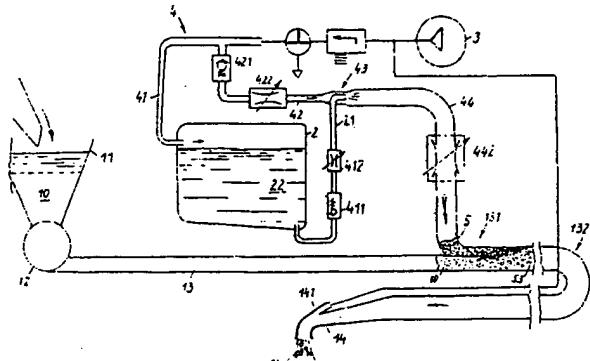
Hoferichter, Frank, 09119 Chemnitz, DE; Reger,
 Siegfried, 09228 Wittgensdorf, DE; Irmscher,
 Andreas, 09228 Köthensdorf, DE; Herrmann, Frank,
 09125 Chemnitz, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	40 41 727 A1
DE	38 07 250 A1
DE	34 15 782 A1
DE	34 08 007 A1
DE	31 32 667 A1
DE	27 18 918 A1
DE	23 48 915 A1
CH	6 57 844 A5
EP	05 17 207 A1

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Luftporenbeton

(55) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Luftporenbeton, wobei einer Frischbeton- oder Mörtel-Mischung mit silikatischen Beimischungen ein aus Wasser, Schaummittel und Luft bestehender Schaum zugegeben und nach einem Mischvorgang in vorbereiterter Position ausgetragen wird. Mit dem Ziel, die im Schaum enthaltene Luft vollständig und in kleinen, gleichmäßig verteilten Poren innerhalb des Frischbetons einzulagern und ein stabiles, manipulierbares Frischbeton-Schaum-Gemisch zu erhalten, wird so verfahren, daß einer Frischbeton- oder Mörtel-Mischung (10) zwischen einer kontinuierlich fördernden Pumpe (12) und einer Austragsdüse (14) an einer Förderleitung (13), in einem Mündungsabschnitt (131) ein stabiler Schaumstrom (5) kontinuierlich zugeführt und in einem nachfolgenden Förderabschnitt (132) mit dem Frischbeton (10) während des Förderns gemischt wird, wobei die Frischbeton- oder Mörtelmischung (10) und der Schaum (5) im Mündungsabschnitt (131) unter gleichem Druck zwischen 2 und 8 bar kontinuierlich strömend zusammengeführt werden.



DE 196 32 666 C 1

DE 196 32 666 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Luftporenbeton, wobei einer Wasser-Zement-Mischung mit silikatischen Beimischungen ein aus Wasser, Schaummittel und Luft bestehender Schaum zugegeben und nach einem Mischvorgang in vorbereiteter Position aufgetragen wird.

Durch die DE 23 48 915 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines sog. Luftporenbetons bekannt geworden. Nach diesem Verfahren wird zunächst Wasser mit einem Schaummittel gemischt und mit Hilfe einer Kolbenpumpe in die Mischkanlage gefördert. Parallel dazu fördert eine zweite Pumpe Luft in den gleichen Raum der Mischkanlage. Unter Anwesenheit der Luft bildet sich ein Schaum, der sich über einen Schlauch der Zuführungsposition für die Wasser-Zement-Mischung nähert.

Am Beginn dieser Mischzone wird in das schaumführende Rohr koaxial zentrisch der Frischbetonstrom eingeführt, so daß der Schaum den Mörtel ringsförmig umschließt. In einem nachfolgenden, langen gewundenen Schlauch soll das so gebildete Gemisch aus Schaum und Frischbeton weiter gemischt und gefördert werden.

Die Richtungsänderungen des Schlauches und spiralförmige Wülste an der Innenwand des Schlauches sollen einerseits für einen Rückstau des Mörtels mit Schaum und zum anderen für eine gute Durchmischung des Mörtels mit dem Schaum sorgen.

Eine solche Verfahrensweise kann praktisch nicht zum Erfolg führen. Dadurch, daß der Mörtel und der vorbereitete Schaum jeweils pulsierend zugeführt werden und der Widerstand im Schlauch sehr hoch ist, wird bei der Mischung des Schaumes mit der Frischbeton- oder Mörtelmischung die Luft aus dem Schaum verdrängt und in Form großer Luftblasen an der Innenwand des Schlauches gesammelt. Diese großen Luftblasen werden bis zum Austrag mitgeführt und gelangen ungenutzt ins Freie.

Der Widerstand der Frischbetonmischung im beschriebenen Schlauch sorgt auch dafür, daß sich der Frischbeton auch in der Schaumbildungszone ausbreitet. Die Schaumbildung wird unterbrochen. Die Vorrichtung ist funktionsunfähig.

Die Luftblasen sind daher nicht regelmäßig im Inneren des Betons angeordnet. Die Dichte des Betons ist sehr unterschiedlich. Der Lufteinschluß in den Poren des Betons ist gering.

Durch die DE 27 18 918 A1 ist eine weitere Modifizierung des beschriebenen Verfahrens bekannt geworden. Bei diesem Verfahren hat man ebenfalls das Wasser-Schaummittel-Gemisch mit Luft unter hohem Druck zu einem Schaum verarbeitet. Man erwartete einen Schaum mit höherer Widerstandsfähigkeit.

Diesen Schaum führte man über Rohrleitungen Behältern zu, in denen sich die Frischbeton - bzw. Mörtelmischung befand.

Mit Hilfe eines Rührgerätes mischte man dort den Schaum in die Frischbeton- bzw. Mörtelmischung. Diese Schaum-Beton-Mischung wurde in einem Tank zwischen gespeichert und mittels einer Schneckenförderpumpe über einen Schlauch zum Bestimmungsort gefördert.

Auch mit dieser Verfahrensweise erreichte man nicht die erwünschten Ergebnisse. Der Schaum wurde nicht so stabil, daß er den Mischvorgang mit dem Frischbeton mittels mechanischem Mischer überstand.

Die Ergebnisse waren ungenügend.

Eine andere modifizierte Verfahrensweise wird in der DE 31 32 667 A1 beschrieben. Einem, unter dem Druck der üblichen Wasserleitung freigesetzten Wasserstrahl wird

Schaummittel zugesezti, bevor in dieses Gemisch unter dem Druck von etwa 1.4 bar Luft gedrückt wird. Der sich dann in einem sich vergrößernden Raum, der sogen. Schaumlanze, unter Druckreduzierung ausbildende Schaum wird dann bei Normaldruck in den vorgemischten Baustoff mittels Mischer verteilt.

Angesprochen ist in dieser Darstellung auch das Mischen von Frischbeton und Schaum in einer Förderleitung mit spiralförmiger Innenstruktur. Ein solcher Mischvorgang mit unter Normaldruck bereitgestelltem Schaum ist jedoch angeblich nur möglich, wenn Schaum und Frischbeton in einem Behälter vorgemischt, von einer Pumpe angesaugt und durch die Förderleitung gepreßt werden. Nur unter diesen Umständen ist in der Förderleitung eine entsprechende Durchmischung möglich.

Wie vom bereits beschrieben, ist es jedoch nicht möglich, unter diesen Bedingungen Schaum und Frischbeton miteinander zu mischen, ohne daß der Schaum von vornherein zerstört wird. Auch dieses Verfahren ist damit unbrauchbar.

Eine Anwendung des in der DE 23 48 915 A1 beschriebenen Verfahrens ist aber nicht möglich, weil der mit hohem Druck geförderte Frischbeton in die Lanze eindringen würde. Die Schaumbildung wird sofort unterbrochen. Die Vorrichtung wäre damit funktionsunfähig.

Damit ist auch eine solche Verfahrensweise nicht anwendbar.

Mit dem CH 657 844 A5 wird weiter ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines aufgeschäumten Gemisches vorgeschlagen, bei dem in einem einzigen, mechanischen Mischer mit Rührwerk nacheinander zunächst das trockene Bindemittel und die Zuschlagsstoffe, danach Wasser und letztendlich ein vorbereiteter Schaum zugeführt wird.

Eine solche Arbeitsweise ist nicht geeignet, das Problem zu lösen, weil ein großer Teil des Schaums bei der Berührung mit dem in willkürlich und stark bewegten Betonschlamm zerstört wird. Die Luft entweicht in großen Blasen entweder zurück in den Schaumbehälter oder zunächst in das Gemisch und dann im anschließenden Sammler in die Umgebung.

Ein weiterer Nachteil dieser Arbeitsweise besteht darin, daß das Mischen des Frischbetons und das Einbringen des Schaums es in einem einzigen Arbeitsgang erfolgt.

Wird der Beton, wie bisher üblich, an einer zentralen Station gemischt und dann mittels Transportmischer zur Baustelle transportiert, dann muß bei Anwendung dieses Verfahrens automatisch auch ein erheblicher Anteil Luft mit transportiert werden. Dadurch geht wertvoller Transportraum verloren.

Genäß einer weiteren, durch die DE 38 07 250 A1 offenbarten Verfahrensweise wird ein Betonschlamm in einen kontinuierlichen Mischer gepumpt. In diesen kontinuierlichen Mischer wird auch ein besonders vorbereiteter, mit Polymeren stabilisierter Schaum mittels Einspritzeinrichtung direkt eingespritzt. Der Zementschlamm und der stabilisierte Schaum werden dann sorgfältig in dem kontinuierlichen Mischer gemischt. Das so gewonnene Gemisch soll dann für die Ablagerung bereit sein.

Auch diese Arbeitsweise ist nicht geeignet, das Problem in befriedigender Weise zu lösen. Es ist nicht möglich, den Luftporenbeton ohne diesen besonders stabilisierten Schaum herzustellen.

Die Einspritzeinrichtung, die im Einzelnen nicht beschrieben ist, muß den drucklos dargebotenen Schaum rückwirkungsfrei fördern und offensichtlich unter Druck in den kontinuierlichen Mischerbringen. Das ist mit einem nicht stabilisierten Schaum unmöglich. In der Regel geht dabei die Struktur des Schaumes verloren und der unter Druck zu-

geföhrte Beton macht die Einspritzeinrichtung unwirksam.

Die Verwendung eines stabilisierten Schaumes erfordert andererseits zusätzlichen Materialaufwand und kompliziert das gesamte Verfahren.

Das fertige Gemisch ist wegen der Größe der entstehenden Zellen unbefriedigend hinsichtlich der erreichbaren Druckfestigkeit. Das Anwendungsgebiet dieses Zellen- oder Porenbetons ist begrenzt.

Mit dem Ziel, die Zahl der Poren im Beton zu vergrößern und die spezifische Dichte zu reduzieren, hat man in der Folge Schaummittel verwendet, die in Verbindung mit dem Wasser und dem Zement Gase freisetzen, die sich porenartig im Inneren des Frischbetons ansiedeln und die poröse Struktur bildeten.

Nachteilig ist bei dieser Modifikation des Verfahrens, daß die chemische Reaktion zur Bildung der Gase eine lange Zeit beansprucht.

Die Produktivität der Herstellung von Gasbeton – so nannte man jetzt dieses Erzeugnis – war dementsprechend niedrig.

Wegen der relativ schnellen Aushärtung des Frischbetons konnten regelmäßig nur kleine Portionen ohne Unterbrechung hintereinander hergestellt werden.

Ein weiterer Nachteil ist, daß das sich bildende Gas in den meisten Fällen Wasserstoff oder Wasserstoffverbindungen enthielt, die gesundheitsschädlich sind. Die Verwendung solcher Baustoffe war deshalb im Innenbereich von Gebäuden ausgeschlossen.

In der Folge orientierte man sich darauf, das vorzugsweise chemisch reagierende, gasbildende Schaummittel gleichmäßig in der Frischbetonmischung zu verteilen.

Mit der DE 34 08 007 A1 ist man zunächst dazu übergegangen, in der Spritzdüse den trockenen Zement mit einem Schaummittel zu mischen, anschließend Wasser und Luft zuzuführen und nach einer kurzen Mischstrecke innerhalb der Düsenanordnung die Mischung von Frischbeton, Schaum und Wasser zu vollenden.

Ein solches Verfahren war ohne Verwendung chemisch reagierender Schaummittel überhaupt nicht praktizierbar. Es setzte für seine Realisierung voraus, daß das sich bildende Gas vor einem Zeitpunkt vorhanden war, wo die Frischbetonmischung noch zur Blasenbildung fähig war. Die Blasenbildung erfolgte regelmäßig erst in der Form, in der der Frischbeton aushärtete.

Probleme hinsichtlich der Maßhaltigkeit, der Stabilität der Formen und vor allem hinsichtlich der Spannungsverteilung im fertigen Baustoff setzten die Grenzen. Die Durchmischung war ungenügend und das damit hergestellte Produkt hatte Risse und unregelmäßige Festigkeitseigenschaften. Am Ende entstand auch nur ein Gasbeton, dessen Einsatzgebiet, wie oben bereits beschrieben, begrenzt ist.

Mit der DE 34 15 782 A1 wurde ein zweites Verfahren dieser Art bekannt. Es wurde trockener Zement und Schaummittel zunächst mechanisch gemischt. Unter Zugabe von Wasser und Luft unter Normaldruck gelangte dieses Gemisch in einen zweiten Mischer, der mit mechanischen Mitteln Wasser und Luft in die vorliegende Mischung einbringen sollte.

Auch dieses System hat sich nicht bewährt. Der zweite mechanische Mischer war nicht in der Lage, Luftpartikel in den Mörtel einzubringen und als Blasen einzulagern.

Nach der EP 517 207 A1 wurde einer sandfreien Zement-Wasser-Mischung innerhalb einer kompakten Düsenanordnung zunächst das Schaummittel injiziert und nach einer sehr kurzen Mischstrecke dem so hergestellten Gemisch Luft unter hohem Druck zugeführt. Eine Pumpe sollte dieses mit Luft angereicherte Gemisch zur Auftragsposition fördern.

Auch dieses Verfahren führte nicht zum gewünschten Erfolg. Die Entstehung und Verteilung der Luftporen war sehr differenziert.

Zur Sicherung einer einigermaßen vertretbaren Zuverlässigkeit setzte man eine sehr dünnflüssige Wasser-Zementmischung mit einem Mischungsverhältnis von 1 : 1 ein. Bei einem solchen Verhältnis wird nur etwa 70% des Wassers chemisch abgebunden. Das übrige Wasser muß verdunsten.

Dieser Umstand führte dazu, daß der Trocknungsprozeß sehr lange dauerte. Die Abriebfestigkeit und auch die Druckfestigkeit sind unbefriedigend. Rißbildung waren nicht zu vermeiden. Zur Sicherung einer ausreichenden Stabilität war man gezwungen, die Oberfläche mit einer normalen Frischbeton- oder Mörtelschicht zu belegen, die dann dem hergestellten Element bessere Eigenschaften geben sollte.

Ein entscheidender Nachteil bestand auch darin, daß das Luftporen-Zement-Gemisch dieser Art wegen der Dünngflüssigkeit nur horizontal verarbeitet werden konnte. Das Aufbringen auf senkrechte Flächen oder die Verarbeitung Überkopf war völlig unmöglich.

Durch die DE 40 41 727 A1 ist eine weitere Vorrichtung dieser Art bekannt. Nach dem trockenen Mischen von Bindemittel, Zuschlagstoffen und Schaumbildemittel wird zunächst Wasser zugeführt und der Mischprozeß bei hoher Geschwindigkeit mechanisch fortgesetzt. Das Einbinden von Luft erfolgt nur im geringen Maße und ist rein zufällig. Eine anschließende Dickstoffpumpe fördert den Frischmörtel mit dem Schaummittel weiter. Nach dem Druckstutzen dieser Pumpe wird das notwendige, restliche Wasser unter hohem Druck zugeführt. Gasporen werden bei dieser Verfahrensweise nur durch das freiwerdende Reaktionsprodukt des Schaummittels gebildet und gefüllt.

In der Praxis hat diese Serie von Mißerfolgen dazu geführt, daß man regelmäßig, wie bereits oben erwähnt, als schaumbildende Elemente oder Agenzien solche Stoffe wählte, die auf chemischen Wege entsprechende Gase freigesetzten, die dann oft in der Form während des Aushärtens die Porenbildung realisierten.

Die Nachteile hinsichtlich der Produktivität, der Gesundheitsschädigung und der Maßhaltigkeit in mindestens einer geometrischen Größe – wie oben beschrieben – nahm man wissend in Kauf.

Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, mit einfachen Mitteln einen vorbereiteten Schaum so in ein Zement-Wasser-Sand-Gemisch – in einen Frischbeton – einzubringen, daß darin eine große Zahl von Luftporen – möglichst ohne Unterstützung durch chemische Vorgänge – gleichmäßig verteilt angeordnet werden kann.

Insbesondere soll gewährleistet werden, daß die Wandstrukturen des Schaumes beim Mischvorgang zunächst im wesentlichen erhalten bleiben und durch die Frischbetonelemente verstärkt werden.

Es ist unbedingt zu vermeiden, daß die Wände der Bläschen vor ihrer Einbindung in den Beton zerstört werden und die Luft in großen Blasen unkontrolliert entweicht.

Erfahrungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Verfahrensmerkmale des 1. Anspruches auf überraschend einfache Weise gelöst.

In den im wesentlichen kontinuierlichen Frischbetonstrom wird auf dem Weg zur Austragsdüse im Mündungsbereich der Förderleitung ebenfalls kontinuierlich ein stabilisierter Schaum oberhalb des Frischbeton- oder Mörtelstromes unter definiertem, hohem Druck zugeführt.

Die dünnflüssigen Bestandteile des Frischbetons oder Mörtels dringen unter der Wirkung von Kohäsions- und Adhäsionskräften (Kapilarwirkung) und dem hohen Druck in die Wände der Schaumbläschen ein. Die Bläschen werden

stabilisiert und die von innen eingeschlossene Luft bleibt in der gegliederten Struktur erhalten (Saugphase).

Die Wände der Bläschen stabilisieren sich weiter und das Bestreben der Porenwände des Schaumes, sich mit weiteren Teilen des Frischbetons oder Mörtel zu verbinden, verbessert sich.

Die dann zunehmend wirksamen Kohäsionskräfte sind deutlich größer als die bis dahin wirksamen Adhäsionskräfte. Immer mehr und größere Teilchen des Frischbetons lagern sich in den Wänden ein. Treten jetzt z. B. scharfkantige Sandkörner in die Bläschen ein, zerplatzen diese zwar, aber die Luft kann nicht mehr entweichen, sondern bildet wegen des größeren Oberflächenspannungsniveaus der Wände und wegen der erhaltenen Struktur des Schaumes eine größere Zahl wesentlich kleinerer Bläschen.

Während des nachfolgenden Mischvorganges innerhalb des weiterführenden Rohres oder Schlauches verteilen sich diese Lufteinchlüsse im Frischbeton gleichmäßig.

Weitere Elemente des Frischbetons lagern sich beim Mischvorgang gezielt in die Zwischenräume zwischen den Bläschen ein.

Dieser Mischvorgang kann jetzt auch mit rein mechanischen Mitteln erfolgen, da die Bläschenwände so weit stabilisiert sind, daß sie den Mischvorgang unbeschadet überstehen.

Die kleineren Blasen führen zu einer höheren Stabilität des Baustoffes, ohne das Gesamtniveau des Lufteinchlusses zu reduzieren. Die Bläschen werden dabei so klein, daß sie mit bloßem Auge kaum noch erkennbar sind.

Die gemessene Dichte beweist jedoch den nach wie vor hohen Lufteinheitanteil.

Versuche haben bestätigt, daß nach diesem Verfahren ein Luftporenbeton herstellbar ist, dessen Dichte in Abhängigkeit von den Druckverhältnissen in der Mischzone und der Menge des zugeführten Schaumes zwischen 1,8 und 0,5 kp/dm³ eingestellt werden kann.

Im Normalfall wird bei diesem Vorgang eine fließfähige bis pumpfähige Konsistenz der Frischbetonmischung mit einer Körnung von 0 bis 2 mm verwendet. Die flüssige Frischbeton-Schaum-Mischung ist zuverlässig auf horizontalen Flächen verarbeitbar.

In etwas steiferer Konsistenz läßt sich diese Mischung auch als Putz auf senkrechten Flächen und auch Überkopf auftragen.

Die Stabilität des Luftporenbetons ist ausreichend groß. Er besitzt eine gute Abriebfestigkeit.

Die aus diesem Luftporenbeton entweder vor Ort gegossenen Bauelemente oder die in einer stationären Anlage hergestellten Bausteine, Platten, Träger oder dgl. lassen sich mit bekannten Arbeitselementen mechanisch bearbeiten (Bohren, Fräsen, Sägen).

Im übrigen können mit diesem Luftporenbeton mindestens alle die Anwendungsbereiche abgedeckt werden, die man bisher mit Gasbeton realisiert hat.

Die in dem Luftporenbeton eingeschlossene Luft ist nicht gesundheitsschädigend. Die Baustoffe können damit auch innerhalb von Räumen verwendet werden, in denen sich ständig oder regelmäßig Menschen über längere Zeiträume aufhalten.

Der so hergestellte Luftporenbeton ist im hohen Maße recyclingfähig.

Durch eine mechanische Zerkleinerung lassen sich die rückgewonnenen Rohstoffe erneut zu Baumaterialien in neuen Formen verarbeiten.

Schr positive Ergebnisse erreicht man nach dem gegebenen Verfahren hinsichtlich der eingeschlossenen Luft, wenn das Zusammenführen von Schaum und Frischbeton bei 4 bis 6 bar durchgeführt wird.

Es hat sich gezeigt, daß eine besonders effektive Arbeitsweise dann gewährleistet werden kann, wenn – nach Anspruch 2 – der Schaum am Übergang zu einer Querschnittserweiterung der Förderleitung zugeführt wird.

5 Zur Sicherung des notwendigen Druckes im Mündungsabschnitt des Schaumes, bei gleichzeitiger Austragsfähigkeit des Frischbeton-Schaum-Gemisches ist die Leitung für den frischen Schaumbeton zwischen dem Mündungsabschnitt und der Austragsdüse, nach Anspruch 3, so zu gestalten, daß der in diesem Abschnitt zu überwindende Widerstand dem notwendigen Druck in dem Mündungsabschnitt entspricht.

Dieser Druck kann einstellbar sein, indem entweder Mittel zur Veränderung der Länge oder Mittel zur Veränderung der Querschnitte in dem Förderabschnitt angeordnet sind.

10 Zur Verbesserung des Überganges von leichtflüssigen Bestandteilen der Frischbetonmischung in die Wände der Schaumblasen empfiehlt es sich, im Bereich des Mündungsabschnittes den Frischbetonstrom zeitweilig auf einer breiteren Fläche zu führen und in diesem Bereich auf dessen ebenfalls vergrößerter Oberfläche den Schaum unter Druck aufzutragen.

Diese Gestaltung des Mündungsabschnittes erlaubt es, auch bei höheren Austragsgeschwindigkeiten, eine hohe 25 Qualität des Luftporenbetons zu erreichen (Anspruch 4).

20 Hinsichtlich einer optimalen Gestaltung der Festigkeit des Luftporenbetons und seiner rißfreien Ausbildung werden sehr positive Ergebnisse durch die Zusammensetzung gemäß Anspruch 6 erreicht. Dieser Wasseranteil wird zusammen mit dem Wasseranteil des Schaumes fast vollständig chemisch gebunden. Der Anteil des Wassers, der durch Verdunstung auszuscheiden ist, wird auf ein Minimum begrenzt.

Mit der Zuführung eines Mittels zur Schaumbildung zur Frischbetonmischung – nach Anspruch 7, können die Ergebnisse hinsichtlich der Zahl, Größe und Menge der Lufteinschlüsse im Luftporenbeton zusätzlich verbessert werden.

Die Bildung des Schaumes nach dem Verfahren gemäß Anspruch 8, ermöglicht es, den Schaum unter den Bedingungen des notwendigerweise hohen Druckes herzustellen und denselben unter diesem Druck in den Mündungsabschnitt zu bringen.

Die Verlängerung der Verweildauer des Schaum es im Bereich zwischen dem Zusammenführen von Luft und Wasser mit Schaummittel und dem Mündungsabschnitt nach Anspruch 9 führt zu einem stabilen Schaum, der Ausgangspunkt für eine gleichmäßige Verteilung der Luft im frischen Schaumbeton ist.

Die in den Ansprüchen 10 und 11 definierte Vorrichtung eignet sich in besonderer Weise zur Herstellung eines Frischbeton-Schaum-Gemisches für den Luftporenbeton.

Die Vorrichtung nach Anspruch 12 zeigt Mittel auf, die es ermöglichen, den Schaum vor Ort mit geringstem technischen Aufwand herzustellen und unter einem gewünschten Druck in den Mündungsabschnitt zu bringen.

Die Ausbildung der Schaumleitung nach Anspruch 13 gewährleistet eine zuverlässig stabile Ausbildung des Schaumes mit einfachen Mitteln. Eine Schlauchklemme wirkt etwa im gleichen Sinne.

60 Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die kontinuierliche Zuführung des Frischbetons mit Hilfe einer Flügelzellenpumpe zu gewährleisten. Eine solche Pumpe ist beim Einsatz der hier üblichen Rohstoffe optimal. Sie kann mit hohem Wirkungsgrad den notwendigen Druck erzeugen und sichert gleichzeitig eine nahezu kontinuierliche Förderung des Frischbetons (Anspruch 14).

Insbesondere bei stationären Anlagen kann man die Zuführung des Frischbetons unter angemessenem Druck auch

über eine abschüssige Betonleitung aus einem Sammelbehälter mit entsprechender Füllhöhe erreichen.

Eine optimale Durchmischung von Schaum und Frischbeton gewährleistet man dann, wenn die Förderleitung des Frischbetons im Bereich des Mündungsabschnittes um etwa 40% erweitert wird (Anspruch 15).

Einerseits eine gute Durchmischung des Frischbeton-Schaum-Gemisches und andererseits eine optimale Arbeitsweise vor Ort oder an einem Ort für die Fertigung einzelner Bauelemente ist gewährleistet, wenn, gemäß Anspruch 16, als Mischzone zwischen dem Mündungsabschnitt und der Austragsdüse ein flexibler Schlauch mit einer Länge von 5 bis 15 Metern vorgesehen wird, dessen Innendurchmesser etwa 60 mm beträgt.

Eine optimale Arbeitsweise vor Ort wird durch die Anordnung der beschriebenen Vorrichtung auf einem mobilen Gerät in der Ausführung nach Anspruch 17 gewährleistet.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Gesamtanlage für die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 eine vergrößerte schematische Darstellung des Mündungsabschnittes in einer Seitenansicht,

Fig. 3 eine Darstellung des Mündungsabschnittes in einer schematischen Ansicht von oben,

Fig. 4 eine Seitenansicht einer mobilen Station für die Herstellung des Frischbeton-Schaum-Gemisches und

Fig. 5 eine Draufsicht zu Fig. 4.

Der Frischbeton 10 oder Mörtel wird in der Regel über einen Transportmischer, nicht dargestellt, zum Verarbeitungsort gebracht, dort in einem trichterförmigen Behälter 11 zwischengespeichert und mittels Pumpe 12 der Weiterverarbeitung zugeführt.

In der Förderleitung 13 für den Frischbeton 10, die von der Pumpe 12 zur Austragsdüse 14 führt, ist in Flußrichtung zunächst der Mündungsabschnitt 131 angeordnet und am Ende, nach dem Förderabschnitt 132 die Austragsdüse 14 befestigt.

In dem Mündungsabschnitt 131 mündet von oben eine Schaumleitung 44 für einen vorbereiteten Schaum 5, der in den Frischbeton 10 eingefügt werden soll.

Nach der Mündung dieser Schaumleitung 44 wird die Förderleitung 13 für den Frischbeton 10 in diesem Fall erweitert und wird von hier an, vorzugsweise mit diesem erweiterten Querschnitt, bis zur Austragsdüse 14 geführt.

Dieser Förderabschnitt 132 dient sowohl dem Transport des Gemisches als auch der intensiven Durchmischung der Bestandteile des Gemisches.

Er sichert durch seinen inneren Reibungswiderstand auch den für den Mischvorgang notwendigen Druck im Mündungsabschnitt 131.

Für die Herstellung des Schaumes 5 unter einem hohen Druck besitzt diese Vorrichtung einen Druckbehälter 2, der eine größere Menge Wasser (etwa 150 l) enthält, das mit einem Schaummittel (1-2% der Wassermenge) vermischt 22 ist.

Als Schaummittel verwendet man zweckmäßigerweise Proteine.

Ein Kompressor 3 hält in diesem Druckbehälter 2 einen Druck von 2 bis 6 bar über die Druckleitung 41 aufrecht. Der Druck ist mittels Drosselventil 412 und Rückschlagventil 411 einstellbar.

Der Druckbehälter 2 besitzt ein zu einem Düsenpaar 43, das wahlweise als Injektor oder Ejektor wirksam sein kann, führendes Steigrohr 21.

Das Drosselventil 412 und das Rückschlagventil 411 kann wahlweise auch diesem Steigrohr 21 zugeordnet wer-

den.

Dieses Steigrohr 21 mündet in eine Druckleitung 42, in der die Schaumbildung 5 am Düsenpaar 43 ausgelöst wird.

Dieser Schaum 5 stabilisiert und vergleichmäßigt sich innerhalb der Schaumleitung 44. Unterstützend wirkt dabei der innere Reibungswiderstand in der Schaumleitung 44. Einen sehr stabilen und gleichmäßigen Schaum 5 erreicht man, wenn die Schaumleitung 44 als flexibler, gewundener Schlauch mit einer Länge von etwa 10 m ausgebildet ist.

Es ist möglich, auch mit einem kürzeren Schlauch zu arbeiten und einen Teil des Reibungswiderstandes durch ein einstellbares Drosselventil 422 zu erzeugen.

Der so hergestellte, stabile und gleichmäßige Schaum 5 wird unter Druck formschlüssig in den Mündungsabschnitt 131 gepreßt.

Die zum Düsenpaar 43 geführte Luft wird mit Hilfe des Kompressors 3 verdichtet. Der Druck in der Druckleitung 42 ist über das einstellbare Drosselventil 422 und das Rückschlagventil 421 einstellbar.

Der Druck dort ist abhängig vom Druck im Steigrohr 21. Er sollte mindestens 2 bar, vorzugsweise aber bis 6 bar, betragen.

Die gegenseitige Einstellung des Druckes im Steigrohr 21 zu dem Druck in der Druckleitung 42 ist abhängig von der Wirkung hinsichtlich der Schaumbildung. Dabei kann das Düsenpaar 43 sowohl als Injektor aber auch als Ejektor arbeiten.

Bei den gewählten Druckverhältnissen entsteht unmittelbar hinter dem Düsenpaar 43 unter Druck ein Schaum 5, der über die nachfolgende Schaumleitung 44 stabilisiert wird und unter dem bestehenden Druck kontinuierlich in den Mündungsabschnitt 131 gelangt.

Die vorn beschriebene Pumpe 12 liefert den Frischbeton 10 ebenfalls kontinuierlich mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 2 m/s und einem einstellbaren Druck von ebenfalls 2 bis 6 bar in den Mündungsabschnitt 131.

In dem Mündungsabschnitt 131 erweitert sich der Querschnitt der Frischbetonleitung 13, vorzugsweise allmählich, um etwa 40% oder um den Querschnitt der dort mündenden Schaumleitung 44.

In dem Mündungsabschnitt 131 wird der durch die Pumpe 12 und durch den Kompressor 3 erzeugte Druck durch den inneren Reibungswiderstand des anschließenden Förderabschnittes 132, der sich bis zur Austragsdüse 14 erstreckt und als Schlauch ausgebildet ist, gesichert.

Die Länge dieses Förderabschnittes 132 bzw. Schlauches und sein Querschnitt sorgen dafür, daß der Widerstand des Frischbeton-Schaum-Gemisches 54, das sich in dem Schlauch befindet, dem Druck in dem Mündungsabschnitt 131 stand hält und dabei noch das Fließen dieser Mischung 54 ermöglicht.

Die Konsistenz des zugeführten Frischbetons 10 ist vorzugsweise fließend bis pumpfähig. Besonders bewährt hat sich ein Frischbeton 10, der Kategorie KF nach DIN 1045. Verwendbar unter Umständen auch ein Frischbeton mit pumpfähiger Konsistenz (KR).

Als wesentlich hat sich die Verwendung von Sand mit einer Körnung von 0 bis 2 mm erwiesen.

Im Bereich des Mündungsabschnittes 131 läuft mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Vorgang ab, der bisher bei der Herstellung von Luftporenbeton noch nicht so betrachtet worden ist.

Der unter hohem Druck und niedriger Geschwindigkeit auf den Frischbeton 10 aufgepreßte, stabile und gleichmäßige Schaum 5 saugt im Mündungsabschnitt 131 zunächst die flüssigen Bestandteile der Frischbeton-Mischung 10, bestehend aus Wasser, Zement und staubförmigem Sand, in die Wände der Bläschen (Schaum in der Saugphase 51).

Die Wände dieser Bläschen 51 werden dadurch verstärkt und die Molekularkräfte zur übrigen Frischbeton-Mischung 10 verändern sich in positivem Sinne.

Dadurch gelangen diese Bläschen 51 bei gleichzeitiger Stabilisierung ihrer Wände und bei Vergrößerung der Oberflächenspannung tiefer in den Frischbeton 10 hinein. Die Wände der Bläschen (Schaum) in der ersten Stabilisierungsphase 52) werden stärker.

Die in ihrer Struktur erhalten gebliebenen Bläschen 52/53 und die in ihnen enthaltene Luft bleibt so innerhalb des Frischbetons 10 und wird dort zuverlässig eingeschlossen.

Die weitere Vergrößerung der Oberflächenspannung wirkt im Zusammenhang mit den im Frischbeton 10 enthaltenen Sandkörnchen in dem Sinne, daß sich die Schaumbläschen jetzt innerhalb des Frischbetons teilen (Schaum in der zweiten Stabilisierungsphase 53) und dort kleinere Poren bilden.

Die so in dem Frischbeton 10 eingeschlossenen, stabilen, kleinen Luftbläschen 54 werden in dem folgenden Förderabschnitt 132 bis zur Austragsdüse 14 durch die dort auftretenden turbulenten Strömungen gleichmäßig verteilt, ohne daß deren Lufinhalt aus dem Frischbeton-Schaum-Gemisch ausgestoßen wird.

In der Regel werden bei diesem Vorgang die Bläschen weiter geteilt. Es entsteht ein nahezu homogenes Frischbeton-Schaum-Gemisch 54 mit hohem Luftanteil. Die Luftbläschen können dabei so klein werden, daß sie im fertigen, ausgehärteten Gemisch mit bloßem Auge nicht mehr erkennbar sind. Ihre tatsächliche Anwesenheit wird jedoch bei der Bestimmung der Dichte bestätigt.

Spürbar ist sie auch durch das Vorort augenscheinliche Wachstum des Volumens des frischen Schaumbetons 53 gegenüber dem eingesetzten Frischbeton 10.

In dieser Phase kann man den frischen Schaumbeton 54 auch intensiven mechanischen Belastungen aussetzen. Er ist pumpfähig.

Er kann nochmals mechanisch gemischt werden. Es ist auch möglich, denselben als Putz aufzutragen und die aufgetragene Schicht in herkömmlicher Weise zu verreiben.

Nahezu alle Bestandteile dieser Mischung 54 dienen der Aushärtung des Gemisches. Überschüssiges Wasser, das in der Regel nur innerhalb normaler Toleranzen in einer Menge von 40 bis 50% des Zementanteiles (Gewicht) zunächst dem Frischbeton 10 zugegeben und dann durch das Wasser des Schaumes 5 ergänzt wird, muß nicht durch Verdunstung ausgeschieden werden. Lange Trockenzeiten und Rißbildung werden vermieden.

Der so hergestellte Luftporenbeton besitzt eine hohe Festigkeit. Die Abriebfestigkeit ist in einer solchen Qualität gegeben, daß sie an Wänden und Fußböden den dort auftretenden normalen Belastungen Stand hält.

Zur Verdeutlichung des Mischungsvorganges von Frischbeton 10 und Schaum 5 zeigt die Fig. 2 eine Seitenansicht des Mündungsabschnittes 131. Die Förderleitung 13 tangiert unten den weiterführenden erweiterten Rohrabschnitt im Bereich des Mündungsabschnittes 131.

Der erweiterte Rohrabschnitt ist in seinem Querschnitt fast doppelt so groß, wie der Querschnitt der an kommenden Förderleitung 13 für den Frischbeton 10. Über der Förderleitung 13 mündet die Schaumleitung 44.

Der Schaum 5 steht etwa unter dem gleichen Druck wie der zugeführte Frischbeton 10. Es ist so nicht möglich, daß Frischbeton 10 in die Schaumleitung 44 eindringt.

Bei dieser Anordnung legt sich der Schaum 5 auf den Frischbeton 10 und füllt den größeren freien Raum bis dorthin, wo – aufgrund des Druckgleichgewichtes – die Frischbeton-Schaum-Mischung 53/54 den Querschnitt des weiterführenden Schlauches oder Förderabschnittes 132 ausfüllt.

Durch den hohen Druck des Schaumes 5 erfolgt eine sehr intensive Berührung der Schaumwände mit dem Frischbeton 10.

Die dünnflüssigen Bestandteile dieser Mischung gelangen augenblicklich in die Schaumwände und schaffen damit die Voraussetzung für ein gutes Durchmischen von Schaum 5 und Frischbeton 10 – wie es oben beschrieben wurde.

Man kann bei diesen Vorgang das Eindringen flüssiger Bestandteile des Frischbetons 10 in die Schaumwände dadurch optimieren, daß man die Oberfläche des Frischbetons 10 im Bereich der Schaumzuführung vergrößert.

Das ist möglich, indem man im Mündungsabschnitt 131 den Querschnitt flacher ausbildet. Der dann breitlaufende Frischbeton 10 bietet dem Schaum 5 eine größere Angriffsfläche. Die Durchmischung verbessert sich.

Es versteht sich, daß hierbei der Druck des Schaumes 5 entsprechend angepaßt werden muß.

Einstellvorgänge werden einfacher, wenn im Mündungsabschnitt 131 transparente, ggf. durchleuchtbare Bauteile 20 eingefügt werden, die die Grenze zwischen Schaum 5 und Frischbeton unter den Bedingungen des aktuellen Druckes erkennen lassen.

Zur Reinhaltung des so ausgebildeten Mündungsabschnittes 131 ist es zweckmäßig, diesen Abschnitt mit Zuführungen für den Frischbeton 10 und den Schaum 5 so zu gestalten, daß er unabhängig von anderen Bauelementen auch innen separat gereinigt werden kann.

Zu diesem Zweck ist dieser Abschnitt in an sich bekannter Weise aus zwei Teilen hergestellt, die mittels Schrauben 30 lösbar verbunden sind.

Im unteren Teil fließt regelmäßig der Frischbeton 10 und im oberen Abschnitt wird anfänglich nur der Schaum 5 geführt.

Anstelle des allgemein üblichen Frischbetons 10 kann natürlich auch, wie herkömmlich üblich, Mörtel eingesetzt werden, der weitere Zuschlagstoffe, wie z. B. Kalk, enthält.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen, grundsätzlichen Lehre können auch andere Stoffe als Frischbeton 10 eingesetzt werden. Bedingung ist nur, daß das verwendete 40 Bindemittel in Verbindung mit einer Flüssigkeit, die sich auch mit Schaumbildnern mischen kann, zu einem festen Werkstoff aushärtet.

In den Fällen, in denen ein besonders hoher Anteil von Luftbläschen im Luftporenbeton erreicht werden soll, ist es zweckmäßig, dem Frischbeton 10 bereits während seiner Herstellung Schaummittel zuzuführen und dieselben darin gleichmäßig zu verteilen.

Die Oberflächenspannung der flüssigen Bestandteile der Frischbetonmischung 10 wird dadurch von vornherein erhöht. In der Phase der Zusammenführung kann der Prozeß des Lufteinschlusses zusätzlich stabilisiert werden. Parallel dazu ist es zweckmäßig, den Druck in der Anlage 4 für die Schaumherstellung zu erhöhen.

Mit der größeren Menge an Schaum 5 wird auch mehr 55 Luft zur Einbringung in den Frischbeton 10 bereitgestellt.

Dieser Vorgang läßt sich durch die vorn beschriebenen Stellmittel 411, 412; 421, 422 in den Zuleitungen 41, 42 zwischen Kompressor 3 und Düsenpaar 43 und zwischen Kompressor 3 und Druckbehälter 2 auf einfache Weise 60 herstelligen.

Die Querschnittsvergrößerung im Bereich des Mündungsabschnittes 131 ist zweckmäßig, aber nicht prinzipiell bedingt. Es ist auch möglich, den Querschnitt der Förderleitung 13 nach der Mündung der Schaumleitung 44 in gleicher 65 Größe beizubehalten. Durch den gleichen, hohen Druck in beiden Leitungen erfolgt die Mischung in der gleichen Weise, wie vorn beschrieben.

Das entstehende größere Volumen schafft sich Raum

durch eine erhöhte Austragsgeschwindigkeit des frischen Schaumbetons 53 im Förderabschnitt 132.

Die Anwendung einer solchen Anlage ist sowohl vor Ort auf Baustellen als auch in einer stationären Anlage für das Herstellen von Bausteinen, Trägern oder Wandelementen möglich.

Für die Verwendung auf Baustellen, vor Ort, ist es zweckmäßig, die für die Herstellung des Luftporenbetons erforderlichen Aggregate auf einer mobilen Einheit, einem Gerätewagen 6, zu installieren.

Dieser mobile Gerätewagen 6 ist in Fig. 4 und 5 in vereinfachter Form dargestellt.

Er besitzt eine vorzugsweise als Flügelzellenpumpe gestaltete Pumpe 12.

Dieser Pumpe 12 ist ein trichterförmiger Behälter 11 zugeordnet, in den der Transportmischer den Frischbeton 10 entlädt.

Neben dieser Pumpe 12 befindet sich der Druckbehälter 2, dem über entsprechende Leitungen 41, 42, der Kompressor 3 und das Düsenpaar 43 für die Schaumbildung zugeordnet sind.

Beide Aggregate 12 und 3 fördern ihre Medien, den Frischbeton 10 oder den Schaum 5, unter Druck in den Mündungsabschnitt 131.

An den Mündungsabschnitt 131 schließt sich dann der flexible Schlauch als Förderabschnitt 132 an, der an seinem Ende mit der Austragsdüse 14 ausgestattet ist.

Parallel zu diesem letzgenannten Schlauch kann ein zweiter Druckschlauch 45 geführt werden, der zusätzlich vom Kompressor 3 verdichtete Luft in den Bereich der Austragsdüse 14 führt und damit seinerseits das Austragen des Gemisches 53 unterstützt.

Dieser Gerätewagen 6 ist in üblicher Weise auch mit einem Schlauchträger 61 und mit einer elektrischen Steuereinheit 62 ausgestattet. Die Steuereinheit 62 befindet sich vorzugsweise nahe dem Behälter 11, nahe dem Mündungsabschnitt 131 und nahe an den Stellmitteln der Drosselventile 412, 422, 442.

Angesichts der guten erreichbaren Festigkeitseigenschaften des mit dieser Verfahrensweise hergestellten Luftporenbetons, eignet sich eine solche Anlage auch dafür, an einer zentralen Fertigungsstätte qualitativ hochwertige, profilierte Bausteine aus diesem Werkstoff herzustellen.

Diese Bausteine lassen sich mit Hilfe üblicher Werkzeuge mechanisch bearbeiten und an der Baustelle den gegebenen Bedingungen anpassen.

In gleicher Weise kann man natürlich auch einzelne Balken oder komplett Wandelemente aus diesem Werkstoff zentral fertigen und vor Ort anpassen und montieren.

Mischt man den frischen Schaumbeton 54 nochmals feinen Sand zu, ist es auch möglich, mit diesem Ausgangsstoff senkrechte Wände oder Decken zu verputzen. Ein derartiger Putz erhöht einerseits die Wärmeisolation einer Wand, andererseits bietet eine solche Schicht die Gewähr für die Attraktivität der Wand.

Durch die hohe Wischfestigkeit und die hohe Stabilität des Luftporenbetons insgesamt bietet dieser Werkstoff eine echte Alternative für das Sanieren von Altbauten.

Die vielerorts umstrittene Sanierung durch den Auftrag synthetischer Schaumstoffschichten und deren Schutz durch Gewebe und Putzschichten, kann durch den Luftporenbeton als Bau- und Putzwerkstoff abgelöst werden.

Wegen der besseren Eigenschaften dieses Werkstoffes hinsichtlich seiner Festigkeit, seiner Verträglichkeit für den Menschen im Normalzustand und bei Bränden kann dieser auch bedenkenlos im Innenbereich angewandt werden.

Im Außenbereich kann man durch den Einsatz auch chemisch gasbildender Schaummittel größere Poren und damit

einen höheren Wärmedämmwert und eine niedrigere Dichte erreichen.

Bezugszeichenliste

5 Frischbeton – Zuführung
 10 Frischbeton
 11 Behälter
 12 Pumpe
 10 13 Förderleitung
 131 Mündungsabschnitt
 132 Förderabschnitt (mit Mischfunktion)
 14 Austragsdüse
 141 Druckluftzuführung
 15 2 Druckbehälter
 21 Steigrohr
 22 Wasser-Schaummittel-Gemisch
 3 Kompressor
 4 Schaumbildeeinheit (Anlage)
 20 41 Druckleitung (z. Druckspeicher)
 411 Rückschlagventil
 412 Drosselventil, stellbar
 42 Druckleitung (auch Strahlleitung)
 421 Rückschlagventil
 25 422 Drosselventil, stellbar
 43 Düsenpaar
 44 Schaumleitung
 442 Drosselventil, stellbar
 45 Druckschlauch
 30 5 Schaum
 51 Schaum in der Saugphase (Bläschen) (leicht flüssige Teile des Frischbetons werden aufgesaugt)
 52 Schaum in der ersten Stabilisierungsphase (schwerere Teile des Frischbetons werden aufgesaugt) Luft ist in stabilen Bläschen eingeschlossen
 35 53 Schaum in der zweiten Stabilisierungsphase (Bläschen werden durch körnige Bestandteile der Mischung geteilt, es bilden sich mehrere kleine Bläschen)
 54 Frischbeton-Schaum-Gemisch (die stabilen, kleinen Bläschen sind gleichmäßig im Frischbeton verteilt)
 40 6 Gerätewagen
 61 Schlauchträger
 62 Steuereinheit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Luftporenbeton, wobei
 – einer Frischbeton- oder Mörtel- Mischung mit silikatischen Beimischungen
 – ein aus Wasser, Schaummittel und Luft bestehender Schaum zugegeben und nach einem Mischvorgang in vorbereiteter Position ausgetragen wird,
 dadurch gekennzeichnet, daß einer Frischbeton- oder Mörtel- Mischung (10)
 – zwischen einer kontinuierlich fördерnden Pumpe (12) und einer Austragsdüse (14) einer Förderleitung (13) an einem Mündungsabschnitt (131) ein stabiler Schaumstrom (5) kontinuierlich zugeführt und
 – in einem nachfolgenden Förderabschnitt (132) mit dem Frischbeton (10) während des Förderns gemischt wird,
 – wobei die Frischbeton- oder Mörtelmischung (10) und der Schaum (5) im Mündungsabschnitt (131) unter gleichem Druck zwischen 2 und 8 bar kontinuierlich strömend zusammengeführt wer-

den.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaumstrom (5) dem Frischbeton (10) am Übergang zu einer Querschnittserweiterung der Förderleitung (13) kontinuierlich zugeführt wird. 5

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom des Frischbeton-Schaum-Gemisches (53/54) nach der Zusammenführung über einen Förderabschnitt (132) in einer Leitung geführt wird, in dem sich durch die Summe der Reibungswiderstände bis zur Austragsdüse (14) ein Widerstand aufbaut, der den Druck im Mündungsabschnitt (131) sichert. 10

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der stabile Schaumstrom (5) unter einem Druck von mindestens 2 bar zugeführt und in einem nachfolgenden, mindestens 5 m, vorzugsweise bis 15 m langen Förderabschnitt (132) mit dem Frischbeton (10) während des Förders gemischt wird. 15

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Frischbeton-Mischung (10) eine fließfähige bis pumpfähige Konsistenz aufweist. 20

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Frischbeton-Mischung (10) einen Wasseranteil von 40 bis 50% der Masse des Zementanteiles aufweist. 25

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Frischbeton-Mischung (10) vor der Zusammenführung mit dem Schaum (5) zusätzlich auch gasbildende Schaummittel gleichmäßig verteilt zugegeben werden. 30

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaum (5) mittels freier gleichgerichteter, einander benachbarter Strahlen aus Luft und einem Wasser-Schaummittel-Gemisch (22) unter einem einstellbaren Druck in einem abgeschlossenen Raum zwischen zwei und acht bar mittels Düsenpaar (43) erzeugt wird. 35

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaum (5) zwischen dem Düsenpaar (43) und dem Mündungsabschnitt (131) unter Druck in einem begrenzten, lang gestreckten Raum, der Schaumleitung (44), über einen definierten Zeitraum stabilisiert und gefördert wird. 40

10. Vorrichtung zur Herstellung von Luftporenbeton nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1, bestehend aus

- einem Druckbehälter (2) für ein Wasser-Schaummittel-Gemisch (22).
- einer Schäumeinheit (4) mit Zuführungen (42, 21) für Druckluft und ein Wasser-Schaummittel-Gemisch (22). 50
- einer Zuführung (11, 12, 13) für ein Frischbeton-Gemisch (10).
- einer Mischzone zur Vereinigung von Frischbeton (10) und Schaum (5) sowie einer Frischbeton-Förderleitung (13) von der Mischzone zur Austragsdüse (14), dadurch gekennzeichnet, daß sich die Frischbeton-Förderleitung (13) von einer kontinuierlich fördernden Förderpumpe (12) für den Frischbeton (10) bis zur Austragsdüse (14) erstreckt. 60
- daß dem Druckbehälter (2) für das Wasser-Schaummittel-Gemisch (22) eine Druckluftquelle (3) zugeordnet ist,
- daß für die Schaumbildung ein Düsenpaar (43) in einem geschlossenen Druckraum, am Anfang der Schaumleitung (44), vorgesehen ist. 65

daß das Düsenpaar (43) einerseits über ein Steigrohr (21) mit dem Druckbehälter (2) und andererseits mit einer durch einen Kompressor (3) gespeisten Druckleitung (42) für die Druckluft verbunden ist,

daß die Schaumleitung (44) nahe an der Förderpumpe (12) an dem Mündungsabschnitt (131) in die Frischbeton-Förderleitung (13) druckdicht mündet, und

daß sich die Mischzone (131, 132) zur Vereinigung von Frischbeton (10) und Schaum (5) in der Frischbeton-Förderleitung (13) vom Mündungsabschnitt (131) bis zur Austragsdüse (14) erstreckt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Gesamtaquerschnitt der Förderleitung im Bereich des Mündungsabschnittes (131) etwa der Summe der Querschnitte der Zuführungsleitungen des Frischbetons (10) und des Schaumes (5) entspricht.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem Kompressor (3) für die Schaumbildung

- eine Druckleitung (41) zum Druckbehälter (2), der über die Steigleitung (21) das Wasser-Schaummittel-Gemisch (22) dem Düsenpaar (43) zuleitet, und
- eine Druckleitung (42) für die Druckluft direkt zu dem Düsenpaar (43) zugeordnet ist und
- daß in den beiden Druckleitungen (41/21, 42) je ein Rückschlagventil (411, 421) und ein stellbares Drosselventil (412, 422) angeordnet ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaumleitung (44) als flexibler Druckschlauch mit einer Länge von 4 bis 10 m ausgebildet ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die kontinuierlich fördernde Förderpumpe (12) für den Frischbeton (10) eine Flügelzellenpumpe ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in der Frischbetonleitung (13) anschließend an den Mündungsabschnitt (131) eine Querschnittserweiterung von mindestens 40% vorgesehen ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die an den Mündungsabschnitt (131) anschließende Mischzone als schlauchförmiger Förderabschnitt (132) der Förderleitung (13) ausgebildet ist, der eine Länge zwischen 5 und 15 Metern besitzt und einen Innendurchmesser von etwa 6 cm aufweist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem mobilen Gerätewagen (6)

- der Druckbehälter (2) für das Wasser-Schaummittel-Gemisch (22)
- der Kompressor (3) für die Schaumherstellung,
- die Pumpe (12) mit Behälter (11) für den Frischbeton (10),
- die Förderleitung (13) für den Frischbeton mit dem Mündungsabschnitt (131),
- stellbare Drosselventile für die Wasser-, Luft-, Schaum- und Frischbeton-Zuführung sowie
- eine Steuereinheit für Motoren und/oder Ventile angeordnet sind.

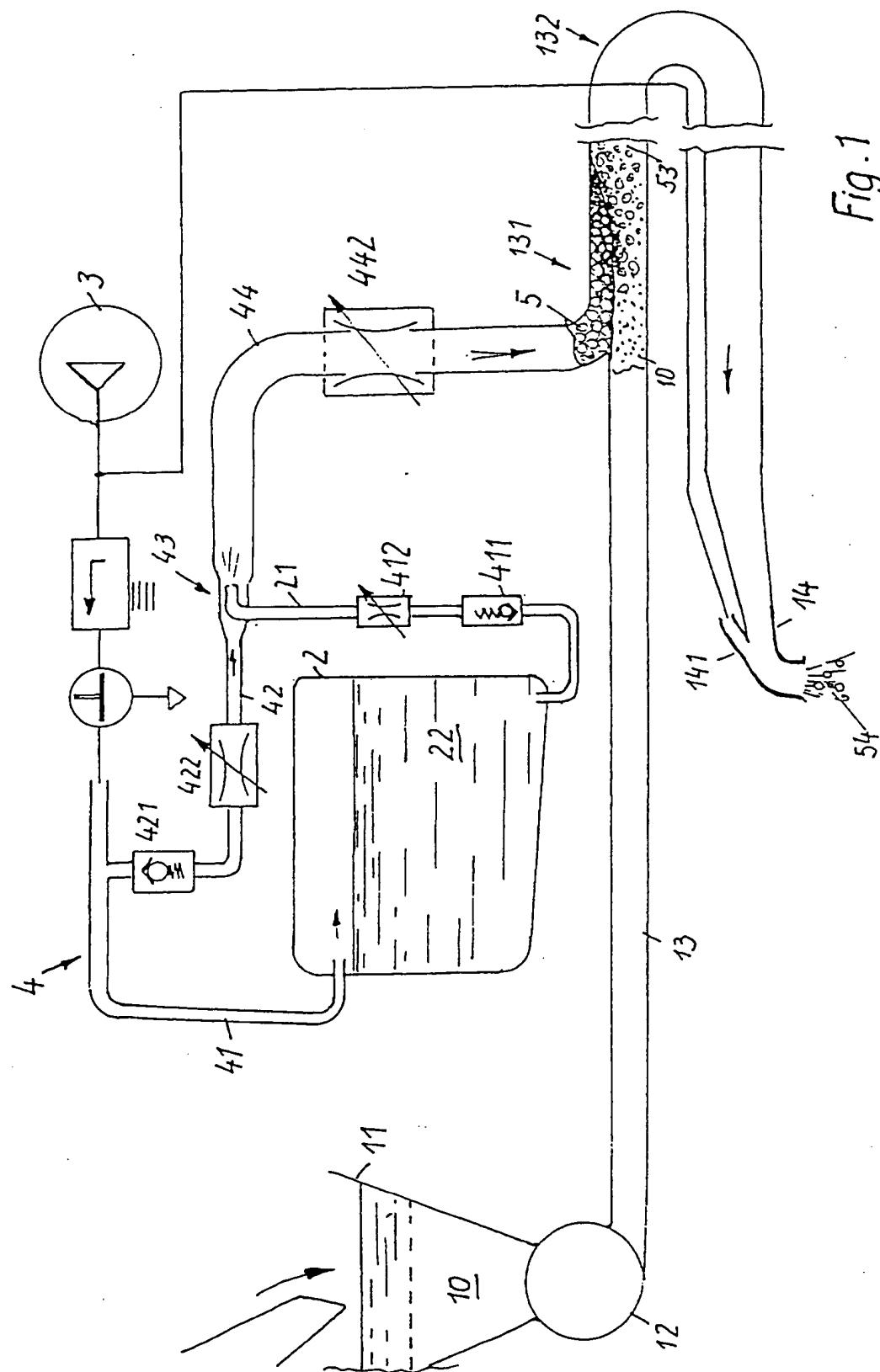


Fig. 1

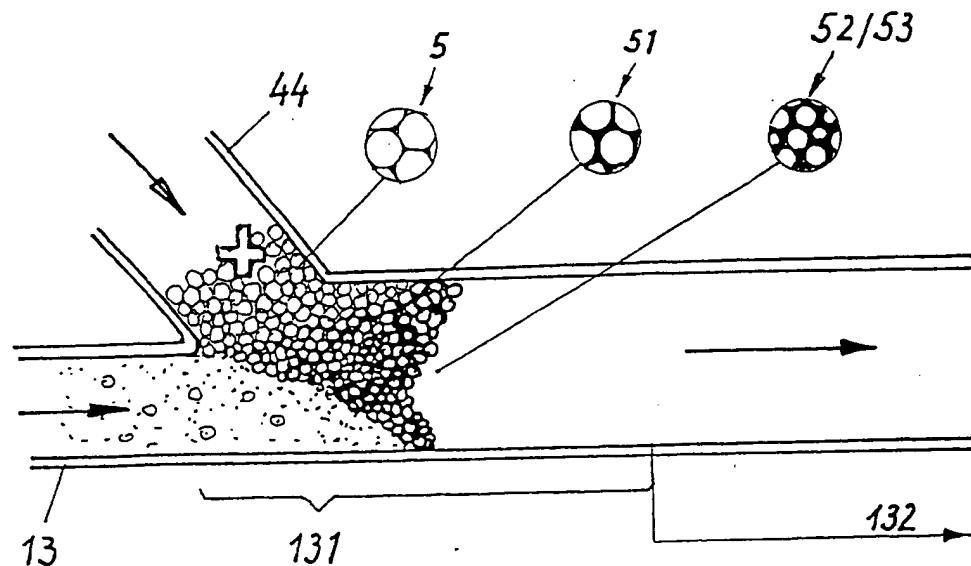


Fig. 2

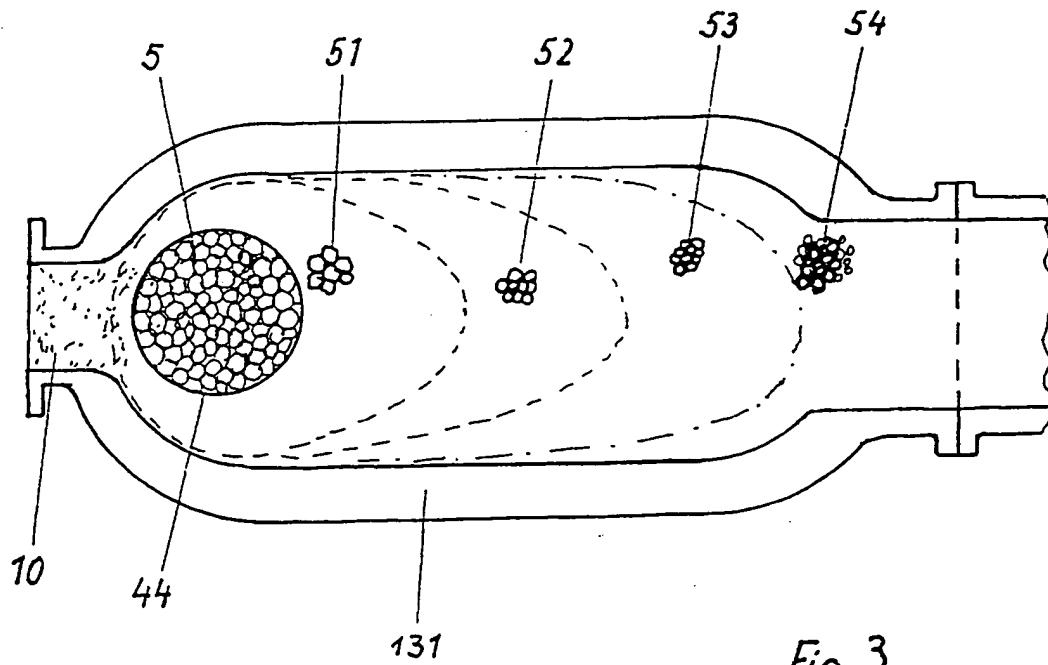


Fig. 3

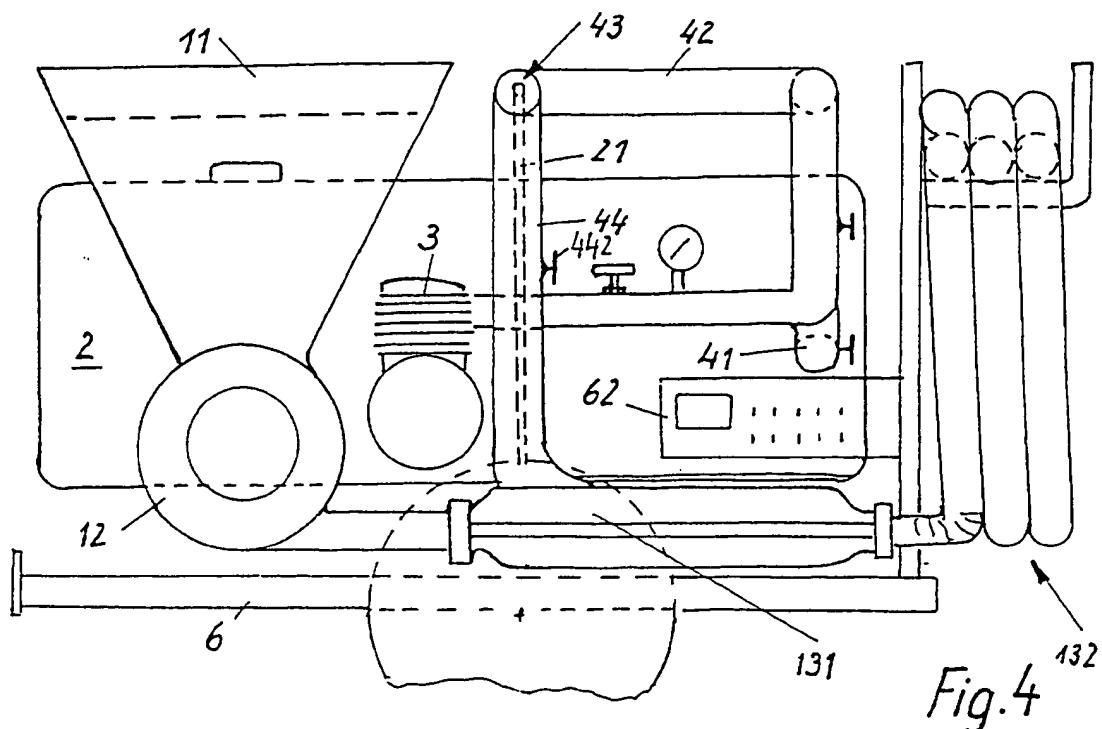


Fig. 4

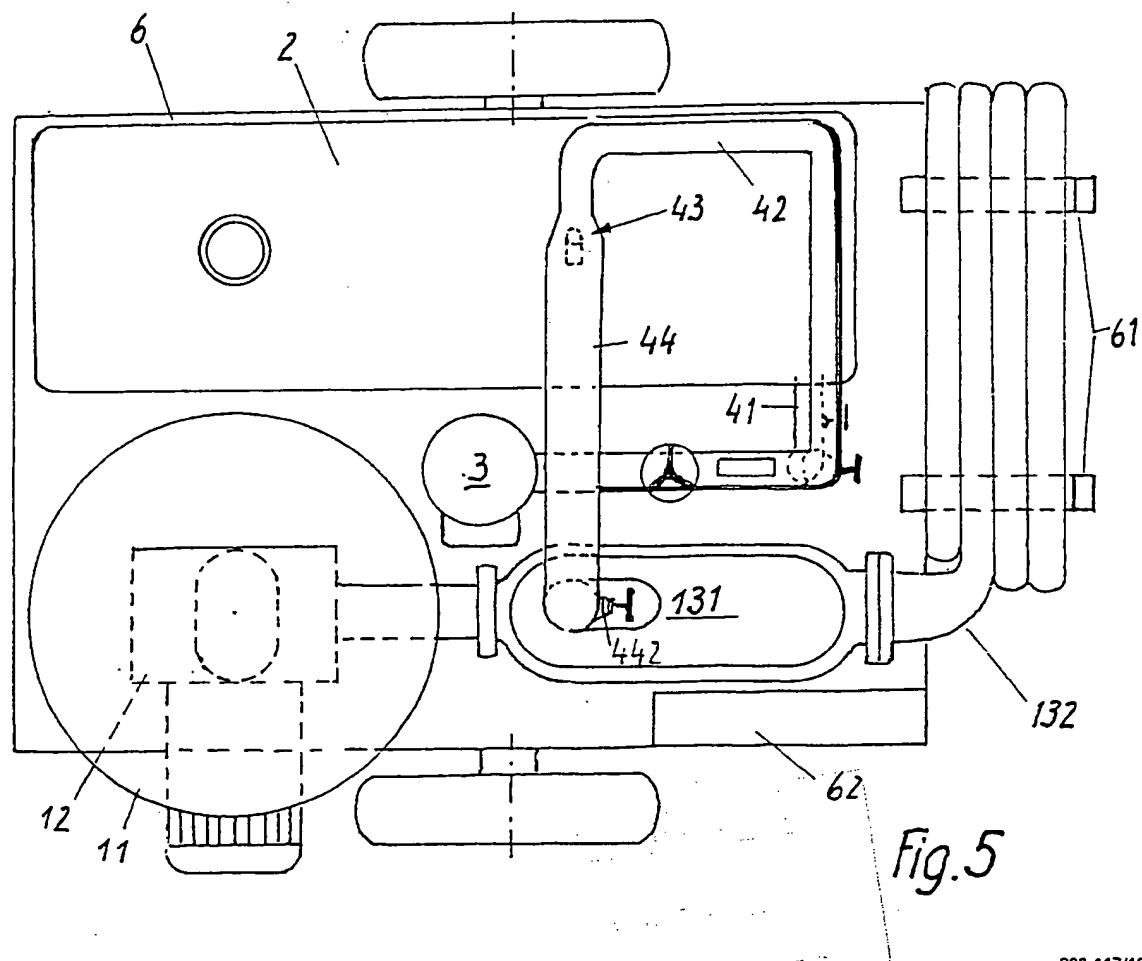


Fig. 5